



О.И. Петлина, А.А. Пиганова

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОЙ ЧАСТИ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ РЕЛЬСОВОЙ ЛИНИИ

(Самарский государственный университет путей сообщения)

Выпускники ВУЗов, приходя на предприятия, должны владеть компетенциями, которые позволят качественно и в полном объеме выполнять поставленные перед ними задачи. Теоретическая часть дисциплин, формирующих будущего специалиста, осваивается на лекциях и семинарских занятиях, а закрепление и отработка полученных навыков происходит на производстве во время летней практики. При этом в рамках производственной практики обучающиеся зачастую выполняют работу низкоквалифицированного персонала, которая не позволяет достигнуть требуемого результата. Вариантом решения этой проблемы является обучение в рамках лабораторных занятий на установках, имитирующих процессы, происходящие в реальных условиях.

Одной из проблем, с которой столкнулись работники дистанций сигнализации централизации и блокировки в условиях пропуска поездов повышенной массы и длины, – асимметрия тягового тока, вследствие которой происходит насыщение сердечника дроссель-трансформатора, что, в свою очередь, приводит к уменьшению сигнального тока и напряжения на его вторичной обмотке. В результате путевое реле отпускает якорь при фактическом отсутствии на рельсовой цепи подвижного состава [1,2].

Для удобства контроля асимметрии тягового тока на железнодорожном транспорте принято использовать коэффициент асимметрии тягового тока:

$$K_a = \frac{|I_1 - I_2|}{I_1 + I_2} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где I_1 – ток, протекающий в первой дроссельной перемычке, А;

I_2 – ток, протекающий во второй дроссельной перемычке, А.

На электрифицированных участках железных дорог постоянного тока K_a не должен превышать 6%, при электротяге переменного тока допускается $K_a < 4\%$ [3,4].

В настоящее время контроль коэффициента асимметрии тягового тока производится вручную при помощи прибора ИПС-01, который подключается к дроссельным перемычкам. После нажатия кнопки «ИЗМ» через несколько секунд на его экране отображается окно, содержащее результат измерения тягового тока и коэффициента асимметрии, а также сообщение о соотношении токов в рельсовых нитях [5,6].

При этом в большинстве случаев оперативно-ремонтный персонал не понимает процесса возникновения асимметрии тягового тока и основные причины её появления.



С целью изучения проблемы асимметрии тягового тока на кафедре «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» СамГУПС разработана лабораторная установка для исследования состояния рельсовой линии (рисунок 1).

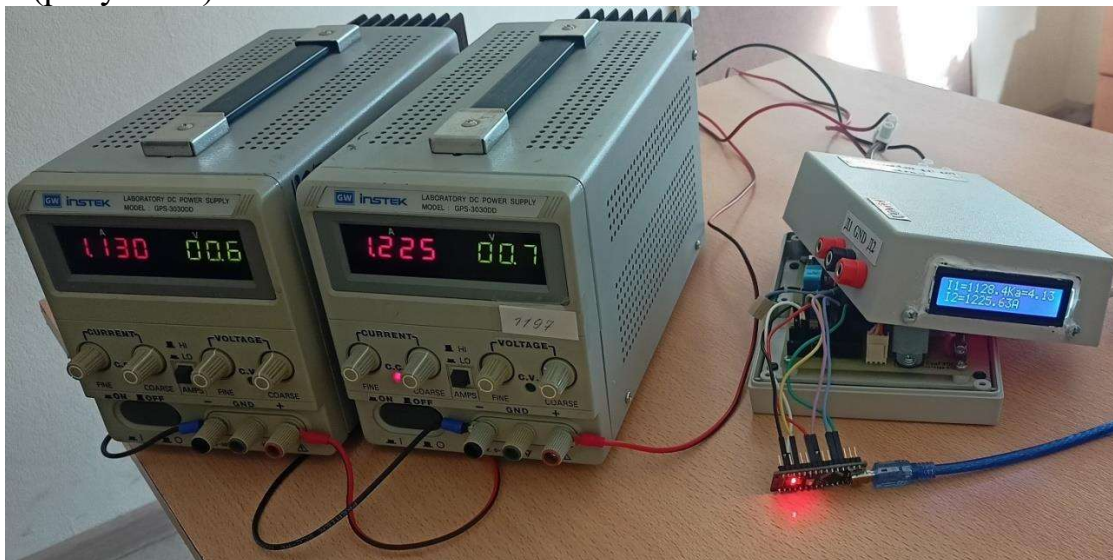


Рис. 1. Лабораторная установка для исследования состояния рельсовой линии

Установка состоит из двух лабораторных источников питания INSTEK-3030DD, каждый из которых имитирует тяговой ток в первой и второй рельсовой нити соответственно. Регистрация токов производится лабораторным измерительным контроллером (ЛК), созданным на базе измерительно-сигнализирующего канала о наличии асимметрии тягового тока в рельсовой сети ИК-СТДМ [7-9]. ЛК отличается тем, что информация о величине тягового тока в рельсовых нитях и значение коэффициента асимметрии отображаются на его дисплее, в то время как ИК-СТДМ передает информацию в систему технического диагностирования и мониторинга. Кроме того, ЛК основан на базе микроконтроллерной платы Arduino nano, к которой подключены выходы датчиков тока и дисплей.

Выбор Arduino nano связан с тем, что это одна из самых простых и доступных микроконтроллерных плат на рынке. На плате размещены 8 аналоговых входов, которых вполне хватает, чтобы подключить информационные выходы датчиков тока и дисплей, а встроенные в микроконтроллер Atmel ATmega328 32 Кб flash памяти и 10-разрядный АЦП позволяют использовать плату в ЛК [10].

Для обработки сигналов, поступающих с датчиков тока, составлена программа в среде разработки Arduino IDE. Принцип работы заключается в считывании сигнала с аналоговых входов АЦП A_0 , A_1 , тем самым оцифровывая сигнал с датчиков LTS 06-NP. Если количество отсчётов $n < 2500$, то определяем значения переменной через каждые $\tau_{\text{АЦП}}$ времени, вычитая при этом постоянную составляющую опорного напряжения. Далее возводим в степень и суммируем полученный результат. Если количество отсчётов $n=2500$, то вычисляем квадратный корень и определяем расчётный ток с выводом на дисплей.



Листинг программы представлен на рисунке 2.

```
RMS_v.2$
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //Подключаем библиотеку для дисплея
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Устанавливаем дисплей

#define PERIOD 20 // период измерения
int n; // количество отсчётов за период
unsigned long Timer = 0; // таймер отсчёта
unsigned long a, b, A, B; // значения для датчика А и датчика Б
unsigned long summA, summb; // сумма значений за период датчика А и датчика Б

void setup() {
  Serial.begin(9600); // скорость передачи данных на ПК
  lcd.init(); // инициализация дисплея
  lcd.backlight(); // Включаем подсветку дисплея
  ADCSRA |= (1 << ADPS2); // настройка АЦП
  ADCSRA &= ~ ((1 << ADPS1) | (1 << ADPS0)); // настройка АЦП
}

void loop() {
  if ((millis() - Timer) >= PERIOD) { // таймер для отсчёта интервала
    if (n == 2500) { // если количество отсчётов станет равным 2500
      Timer = millis(); // таймер сбросится
      A = sqrt(summA); // вычисляем квадратный корень всех значений датчика А
      lcd.setCursor(0, 0); //устанавливаем курсор на 0 столбец 0 строки
      lcd.print("I1="); // вывод на дисплей надпись
      lcd.print((A / 50.) / 1023.*5.*3.2); //вывод на дисплей результат датчика А
      lcd.print("A"); // вывод на дисплей надпись
      B = sqrt(summb); // вычисляем квадратный корень всех значений датчика Б
      lcd.setCursor(0, 1); //устанавливаем курсор на 0 столбец 1 строки
      lcd.print("I2="); // вывод на дисплей надпись
      lcd.print((B / 50.) / 1023.*5.*3.2); //вывод на дисплей результат датчика Б
      lcd.print("B"); // вывод на дисплей надпись
      lcd.setCursor(9, 0); //устанавливаем курсор на 9 столбец 0 строки
      lcd.print("Ka="); // вывод на дисплей надпись
      lcd.print(abs(((A / 50.) / 1023.*5.*3.2) - ((B / 50.) / 1023.*5.*3.2)) /
//((A / 50.) / 1023.*5.*3.2) + ((B / 50.) / 1023.*5.*3.2)) * 100.); //вывод на
дисплей результат коэфф. асимметрии В
      delay(50); // задержка изображения на дисплее 20 мс
      n = 0; // сбрасывается количество отсчётов
      summA = 0; // сбрасывается сумма значений датчика А
      summb = 0; // сбрасывается сумма значений датчика Б
    }
    else { // в противном случае, если n<2500
      n++; // n увеличивается на 1
      a = analogRead(A0); // считывает значения с датчика А
      a = a - 515; // вычитаем постоянную составляющую опорного напряжения
      b = analogRead(A1); // считывает значения с датчика Б
      b = b - 513; // вычитаем постоянную составляющую опорного напряжения
      a = sq(a); // возводим в степень значение с датчика А
      b = sq(b); // возводим в степень значение с датчика Б
      summA += a; // суммируем все значения с датчика А
      summb += b; // суммируем все значения с датчика Б
    }
  }
}
```

Рис. 2. Код реализуемой программы



Испытания лабораторной установки показали, что в диапазоне от 1 до 2 А, имитирующих тяговый ток величиной 1000 А и 2000 А соответственно, погрешность ЛК минимальна и составляет не более 1%, однако, при уменьшении тока до диапазона от 0 до 0,5 А и увеличении разности токов погрешность возрастала. Также дополнительная погрешность возникала из-за колебаний опорного напряжения в зависимости от того, к какому источнику напряжения подключался ЛК.

Стоит отметить, что лабораторная установка дает возможность подробнее познакомиться с проблемой асимметрии тягового тока, научиться проводить измерения тягового тока и вычислять коэффициент асимметрии, однако, как аппаратная, так и программная части, требуют дальнейшей доработки для повышения точности результатов, полученных в ходе измерений.

Литература

1. Исайчева, А. Г. О возможности применения предиктивной аналитики для определения в рельсовых цепях предотказных состояний, вызванных асимметрией тягового тока / А. Г. Исайчева, М. В. Башаркин, В. А. Надежкин, С. Н. Походай // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 293-295.
2. Исайчева, А. Г. Применение информационно-измерительного устройства мониторинга асимметрии тягового тока в рельсовой линии / А. Г. Исайчева, В. Б. Тепляков, М. В. Башаркин, В. Г. Волик, Л. В. Корытин // Вестник транспорта Поволжья. 2019. № 5 (77). С. 71-77.
3. Исайчева, А. Г. Совершенствование метода мониторинга асимметрии тягового тока / А. Г. Исайчева, В. Б. Тепляков, Д. А. Шашин, И. С. Яшин, М. В. Башаркин // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020) [Электронный ресурс]: труды Международной научно-технической конференции / под ред. С. А. Прохорова. - Электрон. текстовые и граф. дан. (28, 4 Мбайт). Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2020. С. 255-259.
4. Исайчева, А. Г. Устройство измерения тягового тока в процессе эксплуатации рельсовой сети / А. Г. Исайчева, С. А. Вельмин, М. В. Башаркин // Наука и образование транспорту, 2018. №1. С. 210-212.
5. КТП ЦШ 0156-2015 Карта технологического процесса. Измерение асимметрии обратного тягового тока в двухниточных рельсовых цепях, по которым осуществляется пропуск обратного тягового тока и предусмотрено задание поездных маршрутов.
6. Исайчева, А. Г. К вопросу мониторинга асимметрии тягового тока / А. Г. Исайчева, В. Г. Волик, М. В. Башаркин, И. С. Яшин, А. С. Белоногов // Наука и образование транспорту. 2019. № 1. С. 324-326.
7. Пат. 200587 Российская Федерация, МПК G 08 В 23/00, 61 L 25/00 Измерительно-сигнализирующий канал о наличии асимметрии тягового тока в рельсовой сети / М. В. Башаркин, А. Г. Исайчева, В. Г. Волик, Д. А. Шашин; Самарский государственный университет путей сообщения. — № 2019145412; заявл. 26.12.2018 ; опубл. 30.10.2020, Бюл. № 31. – 6 с.



8. Исайчева, А. Г. Комплексный мониторинг перегонных рельсовых цепей с учетом асимметрии тяговых токов / А. Г. Исайчева, Д. А. Шашин, А. Н. Митрофанов, А. Е. Тарасова // Вестник транспорта Поволжья. 2020. № 3 (81). С. 55-60.

9. Мазилкин, В. С. Апробация системы контроля асимметрии тягового тока на полигоне куйбышевской железной дороги - филиале ОАО "РЖД" / В. С. Мазилкин, А. В. Заводовский, А. Г. Исайчева, М. В. Башаркин, В. Б. Тепляков // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 298-299.

10. Исайчева, А. Г. Способ контроля асимметрии тяговых токов в рельсовой линии / А. Г. Исайчева, В. Г. Волик, М. В. Башаркин, А. Н. Митрофанов // Вестник транспорта Поволжья. 2020. № 5 (83). С. 29-34.

Е.Г. Плешаков, Л.С. Зеленко

РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА ДИСЛОКАЦИИ ГЕООБЪЕКТОВ «ФОНТАН» НА ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ В СРЕДЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ITSGIS»

(Самарский университет)

Фонтаны – сложные гидротехнические сооружения с замкнутым циклом движения воды, в настоящее время они стали одним из центральных образов как городской, так и садово-парниковой архитектуры. Первые фонтаны возникли в Древнем Египте и Месопотамии, о чем свидетельствуют изображения на древних надгробиях. Изначально они использовались для полива выращиваемых культур и декоративных растений. Египтяне сооружали фонтаны во фруктовых садах возле дома, где они устанавливались посреди прямоугольного пруда [1]. Обилие фонтанов, их практическая и эстетическая важность требует, чтобы они своевременно отмечались на всех картах, в том числе и электронных, поэтому появилась необходимость создания геобъектов «Фонтан» и размещения информации о них в геоинформационной системе (ГИС) «ITSGIS». Для решения этой задачи был разработан плагин «Фонтаны», с помощью которого можно добавлять новые фонтаны на электронную карту, изменять информацию о них, а также формировать учетные ведомости о существующих геобъектах.

Плагин был интегрирован в ГИС «ITSGIS», структурная схема системы с учетом плагина приведена на рисунке 1.

На рисунке 2 представлена основная экранная форма плагина, которая открывается при создании нового геобъекта или при редактировании уже существующего, здесь представлена вся информация, характеризующая фонтан. На вкладке «Информация» можно выбрать тип фонтана, который учитывает архитектуру и композицию водяной струй; статус фонтана; материалы, из которых изготовлены корпус и облицовка; размеры; количество и вид распылите-